

IAP20 Rec'd PCT/PTO 31 JAN 2006

Schaltungsanordnung zum induktiven Übertragen elektrischer Energie

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum induktiven Übertragen elektrischer Energie, beispielsweise zur Stromversorgung eines Elektrokleingeräts und/oder zum induktiven Laden eines Akkumulators.

Aus der DE 38 42 465 A1 ist ein Schaltregler zur Gleichspannungswandlung bekannt, der einen elektronischen Schalter und statt einer Speicherdrossel einen Serienresonanzkreis aufweist. Der Schaltregler schwingt auf der Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises und besitzt dann einen besonders hohen Wirkungsgrad, wenn der elektronische Schalter in den Nulldurchgängen des Stroms schaltet. Der elektronische Schalter ist durch zwei komplementäre Schalttransistoren realisiert, die gegenphasig angesteuert werden müssen. Die Ansteuerung der Schalttransistoren erfolgt über eine Rückkopplungsschaltung und Eingangsstufen für die Schalttransistoren, die nicht näher dargestellt sind.

Aus der DE 40 15 455 A1 ist eine Ansteuerschaltung für einen Wechselrichter bekannt, der eine Gegentakt-Ausgangsstufe mit komplementären Transistoren aufweist. Die Ansteuerung der Transistoren erfolgt durch zwei galvanisch gekoppelte, gegeneinander potentialverschobene Steuersignale. Die Ein- und Abschaltflanken der Steuersignale werden durch eine Laufzeit-Schaltung so verschoben, daß der zunächst eingeschaltete Transistor abgeschaltet wird, bevor der noch ausgeschaltete Transistor eingeschaltet wird. Insgesamt ist die Ansteuerschaltung daher relativ aufwendig.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Schaltungsanordnung zum induktiven Übertragen elektrischer Energie anzugeben, die bei hohem Wirkungsgrad mit geringem schaltungstechnischem Aufwand auskommt.

Erfindungsgemäß ist diese Aufgabe durch eine Schaltungsanordnung gelöst, die folgende Merkmale aufweist: einen Schwingkreis, eine Gegentaktschaltung mit komplementären Schalttransistoren, durch die der Schwingkreis erregbar ist, eine Ansteuerschaltung für die komplementären Schalttransistoren, die vorzugsweise ebenfalls komplementäre Steuertransistoren aufweist, und einen Frequenzgenerator, dessen Ausgangssignal den Steuertransistoren zuführbar ist.

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung ist besonders einfach, da beide Steuertransistoren von demselben Ansteuersignal gesteuert werden können. Um zu vermeiden, daß bei

dieser Ansteuerung die beiden Schalttransistoren gleichzeitig eingeschaltet sind und die Spannungsquelle kurzzeitig kurzschließen, sind RC-Glieder vorgesehen, sodaß der zunächst eingeschaltete Schalttransistor bereits abgeschaltet ist, bevor der noch ausgeschaltete Schalttransistor eingeschaltet wird. Zur Verringerung der Verlustleistung in den Schalttransistoren ist es außerdem vorteilhaft, wenn diese mit einem rechteckförmigen Signal angesteuert werden, d.h. der Frequenzgenerator ein rechteckförmiges Ausgangssignal abgibt. Für einen hohen Wirkungsgrad der Schaltungsanordnung ist es ferner vorteilhaft, den Schwingkreis zumindest ungefähr auf die Frequenz des Frequenzgenerators abzustimmen.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung weist die Ansteuerschaltung für die Schalttransistoren außer den komplementären Steuertransistoren noch einen Widerstand und zwei Kapazitäten auf. Der Widerstand verbindet die Steueranschlüsse der Schalttransistoren, parallel zur Hauptstromstrecke des ersten Steuertransistors ist die erste Kapazität angeordnet, und parallel zur Hauptstromstrecke des zweiten Steuertransistors ist die zweite Kapazität angeordnet, wobei die erste Kapazität mit dem ersten Ende des Widerstands verbunden ist, und die zweite Kapazität mit dem zweiten Ende des Widerstands verbunden ist. Auf diese einfache Weise ergeben sich RC-Glieder, die bewirken, daß das Ausschalten des einen Schalttransistors schneller erfolgt als das Einschalten des anderen Schalttransistors.

Der Schwingkreis weist eine Induktivität und eine Kapazität auf. Die Induktivität kann beispielsweise durch eine Spule realisiert sein, die als Primärspule eines Transformators ausgebildet sein kann. Eine Sekundärspule kann dann elektrische Energie liefern. Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung kann beispielsweise zur Versorgung eines Elektrokleingeräts mit elektrischer Energie verwendet werden, das die Sekundärspule enthält, vorzugsweise für elektrische Zahnbürsten oder elektrische Rasierapparate, die auch einen Akkumulator enthalten können.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels für eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zum induktiven Übertragen elektrischer Energie erläutert, die in der einzigen Zeichnung dargestellt ist. Weitere Ausgestaltungen sind in der Beschreibung beschrieben.

Die in der Figur dargestellte erfindungsgemäße Schaltungsanordnung enthält als Schalttransistoren zwei komplementäre Feldeffekttransistoren T2, T4, deren Drain-Anschlüsse miteinander und mit dem einen Ende eines Serienschwingkreises verbunden sind, der aus einer

Induktivität L_{pr} und einer Kapazität C_{pr} besteht. Das andere Ende des Serienschwingkreises und der Source-Anschluß des n-Kanal-Feldeffekttransistors T4 sind mit Masse verbunden. Der Source-Anschluß des p-Kanal-Feldeffekttransistors T2 ist mit dem Pluspol einer Spannungsquelle U1 verbunden. Der Minuspol der Spannungsquelle U1 ist mit Masse verbunden. Die Schaltungsanordnung enthält als Steuertransistoren zwei weitere komplementäre Feldeffekttransistoren T1, T3, deren Gate-Anschlüsse mit dem Ausgang eines Frequenzgenerators F direkt verbunden sind, der ein auf Masse bezogenes Ausgangssignal erzeugt. Die Gate-Anschlüsse der Schalttransistoren T2, T4 sind über einen Widerstand R1 verbunden. Das eine Ende des Widerstands R1 ist mit dem Drain-Anschluß des p-Kanal-Feldeffekttransistors T1 sowie über einen ersten Kondensator C1 mit dem Pluspol der Spannungsquelle U1 verbunden. Das andere Ende des Widerstands R1 ist mit dem Drain-Anschluß des n-Kanal-Feldeffekttransistors T3 sowie über einen zweiten Kondensator C2 mit Masse verbunden. Der Source-Anschluß des p-Kanal-Feldeffekttransistors T1 ist mit dem Pluspol der Spannungsquelle U1 verbunden. Der Minuspol der Spannungsquelle U1 ist mit dem Source-Anschluß des n-Kanal-Feldeffekttransistors T3 verbunden.

Bei einer anderen Ausführung einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung sind die komplementären Feldeffekttransistoren T2, T4 und/oder die komplementären Feldeffekttransistoren T1, T2 durch komplementäre bipolare Transistoren ersetzt.

Bei einer weiteren Ausführung einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung sind die Polaritäten der Spannungsquelle und der Transistoren vertauscht.

Bei anderen Varianten der oben beschriebenen Ausführungen erfindungsgemäßer Schaltungsanordnungen fehlen die Kondensatoren C1 und C2, d.h. die Funktion dieser Kondensatoren wird durch die Gate-Source- bzw. Basis-Emitter-Kapazitäten der Transistoren T2, T4 wahrgenommen.

Die Funktionsweise der in der Figur dargestellten Schaltungsanordnung wird nachstehend kurz beschrieben. Die als Gegentaktstufe geschalteten Schalttransistoren T2, T4 verbinden den Serienschwingkreis abwechselnd mit der Betriebsspannung bzw. Masse, wobei die Gegentaktstufe über die Steuertransistoren T1, T3 rechteckförmig angesteuert wird. Um zu vermeiden, daß die Schalttransistoren T2, T4 gleichzeitig einen hohen Drainstrom führen, sind die Kondensatoren C1, C2 und der Widerstand R1 vorhanden. Wenn beispielsweise das Ausgangssignal des Frequenzgenerators F positiv ist, d.h. ungefähr Betriebsspannung annimmt, so ist der Steuertransistor T3 leitend und der Steuertransistor T1 nichtleitend.

Folglich ist der Schalttransistor T2 leitend und der Schalttransistor T4 nichtleitend. Wenn das Ausgangssignal des Frequenzgenerators F auf Masse, d.h. Bezugspotential, wechselt, wird der Steuertransistor T1 und der Schalttransistor T4 leitend, wogegen der Steuertransistor T3 und der Schalttransistor T2 nichtleitend werden. Dabei fällt die Gate-Source-Spannung des Schalttransistors T2 mit einer Zeitkonstanten $R'C'$ ab, wobei mit R' der Bahnwiderstand des jetzt leitenden Steuertransistors T1 und mit C' die Summe der Kapazitäten des Kondensators C1 und der Eingangskapazität des Schalttransistors T2 gemeint sind. Gleichzeitig steigt die Gate-Source-Spannung des Schalttransistors T4 mit einer Zeitkonstanten $R''C''$ an, wobei mit R'' die Summe der Widerstände des Widerstands R1 und des Bahnwiderstands des jetzt leitenden Steuertransistors T1 und mit C'' die Summe der Kapazitäten des Kondensators C2 und der Eingangskapazität des Schalttransistors T4 gemeint sind. Nimmt man an, daß C' praktisch genauso groß ist wie C'' , ist $R'C'$ viel kleiner als $R''C''$, weil der Widerstand R' viel kleiner ist als der Widerstand R'' , d.h. der Schalttransistor T2 wird schneller ausgeschaltet als der Schalttransistor T4 eingeschaltet wird. Sind die Kondensatoren C1, C2, die Eingangskapazitäten der Schalttransistoren T2, T4 sowie die Bahnwiderstände der Steuertransistoren T1, T3 gleich groß, wird folglich der eine Schalttransistor immer schneller ausgeschaltet als der andere Schalttransistor eingeschaltet wird. Die Verzögerungszeit zwischen Ausschalten und Einschalten kann durch entsprechende Dimensionierung der Kondensatoren C1, C2 und des Widerstands R1 an die Schalt- und Verzögerungszeiten der Schalttransistoren T2, T4 angepaßt werden.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum induktiven Übertragen elektrischer Energie mit einem Schwingkreis (Lpr, Cpr), einer Gegentaktschaltung mit komplementären Schalttransistoren (T2, T4), durch die der Schwingkreis erregbar ist, einer Ansteuerschaltung für die komplementären Schalttransistoren, die Steuertransistoren (T1, T3) aufweist, und mit einem Frequenzgenerator (F), dessen Ausgangssignal den Steuertransistoren zuführbar ist.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwingkreis (Lpr, Cpr) ungefähr auf die Frequenz des Frequenzgenerators (F) abgestimmt ist.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangssignal des Frequenzgenerators (F) rechteckförmig ist.
4. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangssignal des Frequenzgenerators (F) den Steueranschlüssen der Steuertransistoren (T1, T3) zuführbar ist.
5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Steueranschlüsse der Schalttransistoren (T2, T4) über einen Widerstand (R1) verbunden sind.
6. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zur Hauptstromstrecke des ersten Steuertransistors (T1) eine erste Kapazität (C1) vorhanden ist, daß parallel zur Hauptstromstrecke des zweiten Steuertransistors (T3) eine zweite Kapazität (C2) vorhanden ist, daß die erste Kapazität (C1) mit dem ersten Ende des Widerstands (R1) verbunden ist, und daß die zweite Kapazität (C2) mit dem zweiten Ende des Widerstands (R1) verbunden ist.

7. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptstromstrecken der Schalttransistoren (T2, T4) hintereinander geschaltet sind, und parallel dazu eine Versorgungsspannungsquelle (U1) liegt.
8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Kapazität (C1) und der Widerstand (R1) und die zweite Kapazität (C2) hintereinander geschaltet sind, und parallel dazu eine Versorgungsspannungsquelle (U1) liegt.

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum induktiven Übertragen elektrischer Energie mit einem Schwingkreis (Lpr, Cpr), einer Gegentaktschaltung mit komplementären Schalttransistoren (T2, T4), durch die der Schwingkreis erregbar ist, einer Ansteuerschaltung für die komplementären Schalttransistoren, die komplementäre Steuertransistoren (T1, T3) aufweist, und mit einem Frequenzgenerator (F), dessen Ausgangssignal den Steuertransistoren zuführbar ist.

(Figur)

